

⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift
⑯ E 44 11 815 A 1

⑯ Int. Cl. 6:
G 01 R 23/07
G 01 R 27/26
H 01 P 7/06
G 01 P 5/22

⑯ Aktenzeichen: P 44 11 815.5
⑯ Anmeldetag: 7. 4. 94
⑯ Offenlegungstag: 12. 10. 95

DE 44 11 815 A 1

⑯ Anmelder:
Albatros Applied Technologies GmbH, 41466 Neuss,
DE

⑯ Vertreter:
Schneiders, J., Dipl.-Ing.; Jedamzik, C.,
Rechtsanwälte; Behrendt, A., Dipl.-Ing., Pat.-Anw.,
44787 Bochum

⑯ Erfinder:
Gachechiladze, Ivan Alexandrovič, Moskau/Moskva,
RU; Kiknadze, Gennady Irak'evič, Moskau/Moskva,
RU; Menken, Ernst U., 41466 Neuss, DE

⑯ Verfahren zur Messung eines mehrkomponentigen und/oder mehrphasigen strömenden Mediums

⑯ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Messung von physikalischen Strukturparametern eines mehrkomponentigen und/oder mehrphasigen Mediums, wobei das Medium elektromagnetische Hohlräumresonatoren durchströmt, die Dielektrizitätskonstanten des Mediums in Fließrichtung und quer zur Fließrichtung aus longitudinalen und transversalen Eigenfrequenzen von Eigenschwingungen der Hohlräumresonatoren bestimmt werden und gleichzeitig Temperatur und Druck des Mediums gemessen werden, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens. Um die Messung von physikalischen Strukturparametern von Mehrphasen- und/oder Mehrkomponenten-Medien zu ermöglichen, schlägt das erfindungsgemäße Verfahren vor, daß die Eigenfrequenzen der Resonatoren in mindestens drei unterschiedlichen Raumrichtungen gemessen werden. Durch die erfindungsgemäße Messung von Dielektrizitätskonstanten des Mediums in unterschiedlichen Raumrichtungen ist die Zusammensetzung und physikalische Beschaffenheit beliebig vieler in dem Medium enthaltener Phasen und Komponenten möglich. Zur Erhöhung der Meßgenauigkeit schlägt die Erfindung weiterhin vor, daß bei jeder Eigenfrequenzmessung gleichzeitig die Resonanzfrequenz und der Q-Faktor bei der Resonanzfrequenz gemessen werden. Dadurch werden Korrekturgrößen ermittelt, die zu den aus den Resonanzfrequenzen ermittelten Dielektrizitätskonstanten addiert werden und dadurch die Meßgenauigkeit annähernd um eine Größenordnung erhöhen.

DE 44 11 815 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 08. 95 508 041/106

8/31

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Messung von physikalischen Strukturparametern eines mehrkomponentigen und/oder mehrphasigen strömenden Mediums, wobei das Medium elektromagnetische Hohlraumresonatoren durchströmt, die Dielektrizitätskonstanten des Mediums in Fließrichtung und quer zur Fließrichtung aus longitudinalen und transversalen Eigenfrequenzen von Eigenschwingungen der Hohlraumresonatoren bestimmt werden und gleichzeitig Temperatur und Druck des Mediums gemessen werden, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Im Stand der Technik ist aus der internationalen Patentanmeldung PCT/RU 92/00182 ein Verfahren bekannt, bei dem Zweiphasen-Strömungsparameter von kontinuierlich fließenden Medien mit unterschiedlichen Dichten der Phasen meßbar sind. Dabei durchströmt das Medium elektromagnetische Resonatoren, in denen jeweils ein elektromagnetisches Feld resonant eingekoppelt ist. Aufgrund der dielektrischen Eigenschaften des Mediums ergibt sich eine Verstimmung der Eigenfrequenz des jeweiligen Resonators. Diese wird gemessen und dient zur Bestimmung der Dielektrizitätskonstante des Mediums.

Um Rückschlüsse auf das Phasenverhältnis des Mediums zu erhalten, werden die Resonatoren derart angeordnet und betrieben, daß der elektrische Feldvektor des elektromagnetischen Feldes parallel und/oder quer zur Fließrichtung des Mediums gerichtet ist. Hieraus erhält man Werte der Dielektrizitätskonstanten in Längs- und Querrichtung des den Resonator durchströmenden Mediums. Neben den hierzu ermittelten Resonanzfrequenzen in Längs- und Querrichtung werden mittels geeigneter Sensoren zusätzlich Druck und Temperatur des Mediums gemessen. Aus diesen Meßdaten und den bekannten physikalischen Eigenschaften des Mediums wird das Phasenverhältnis berechnet.

Zur Realisierung einer Meßvorrichtung nach dem genannten Verfahren wird vorgeschlagen, die Hohlraumresonatoren als Halbwellen- oder Viertelwellen-Koaxial-Rohrresonatoren auszuführen. In diese Rohrresonatoren werden mittels geeigneter Sende- und Empfangselemente in Fließrichtung des Mediums und quer dazu longitudinale und/oder transversale elektromagnetische Wellen eingekoppelt und durch resonante Abstimmung die Eigenfrequenzen der Eigenschwingungen ermittelt.

Das vorbekannte Verfahren hat den Vorteil, daß das Phasenverhältnis bei strömenden Zweiphasen-Medien beliebiger Heterogenität sicher bestimmbar ist. Weiterhin wird ebenfalls die Bestimmung des Konzentrationsverhältnisses der Komponenten eines Zweikomponenten-Gemisches ermöglicht. Die Meßergebnisse werden praktisch nicht durch Strömungsart, Konzentration oder Dichte des Mediums beeinflußt, beispielsweise werden keine besonderen Anforderungen an Form und Verteilung von Dampfblasen in einem Flüssigkeits-Dampf-Gemisch gestellt.

Das bekannte Verfahren und demzufolge die nach diesem Verfahren arbeitenden Meßvorrichtungen haben jedoch den Nachteil, daß die Erfassung des Phasenverhältnisses oder des Konzentrationsverhältnisses der einzelnen Komponenten auf Zwei-Phasen- bzw. Zwei-Komponenten-Medien beschränkt ist. In der Praxis häufig auftretende Dreiphasen- oder Mehrkomponenten-Gemische sind damit hinsichtlich einer Analyse ihrer Zusammensetzung bisher nicht zugänglich.

Daraus ergibt sich die Aufgabe der Erfindung, das Verfahren nach dem Stand der Technik derart weiterzubilden, daß die Messung von physikalischen Strukturparametern von Mehrphasen und/oder Mehrkomponenten-Medien ermöglicht wird.

Zur Lösung dieser Aufgabe schlägt die Erfindung vor, daß die Eigenfrequenzen der Resonatoren in mindestens drei unterschiedlichen Raumrichtungen gemessen werden.

Durch das erfindungsgeinäße Verfahren wird unter Beibehaltung der Vorteile der bekannten Verfahren erreicht, daß die physikalischen Strukturparameter von Medien mit mehr als zwei Phasen und/oder mehr als zwei Komponenten erfassbar sind. Prinzipiell sind der Anzahl der zu unterscheidenden Phasen und/oder Komponenten keine Grenzen gesetzt. Einschränkungen bei der praktischen Realisierung ergeben sich lediglich durch die Größe des Resonators und das dadurch begrenzte Raumangebot für die Anordnung der Sende- und Empfangselemente.

Die Versorgungs- und Auswertevorrichtungen lassen sich unter Verwendung moderner Elektronik und Rechnertechnologie ohne Probleme an üblicherweise auftretende Einsatzbedingungen anpassen.

Ein weiterer Nachteil des bisher bekannten Verfahrens liegt darin, daß die Meßgenauigkeit oftmals nicht hinreichend ist. Daraus ergibt sich die zusätzliche Aufgabe der Erfindung, die Meßgenauigkeit zu erhöhen.

Zur Lösung dieser Aufgabe schlägt die Erfindung vor, daß bei jeder Eigenfrequenzmessung gleichzeitig die Resonanzfrequenz und der Q-Faktor bei der Resonanzfrequenz gemessen werden. Der Q-Faktor oder Qualitätsfaktor wird allgemein in der Elektrotechnik zur Kennzeichnung der Güte eines Resonanzkreises gebraucht. In der Praxis wird der Q-Faktor aus dem Verhältnis der Halbwertsbreite und der Höhe des Eigenresonanz-Peaks berechnet. Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird der Q-Faktor des Hohlraumresonators von den physikalischen Eigenschaften der Phasen- und Komponentenverteilung beeinflußt, die keinen Einfluß auf die Lage des Resonanz-Peaks, d.h. der Eigenfrequenz haben. Deswegen lassen sich aus dem Q-Faktor Korrekturgrößen ermitteln, die zur allein aus der Resonanzfrequenz ermittelten Dielektrizitätskonstante addiert werden und die Meßgenauigkeit annähernd um eine Größenordnung erhöhen.

Die Berücksichtigung des Q-Faktors beim erfindungsgemäßen Verfahren gemäß dem Hauptanspruch ermöglicht somit erstmals die Messung von physikalischen Strukturparametern eines Mediums mit theoretisch beliebig vielen Phasen und Komponenten mit hoher Genauigkeit. Zur praktischen Realisierung ist lediglich eine Anpassung der Auswertevorrichtung erforderlich, die bei der zur Verfügung stehenden Technologie ohne großen Aufwand durchführbar ist.

Eine vorteilhafte Weiterbildung des Verfahrens gemäß der Erfindung sieht vor, daß die Fließgeschwindigkeit des Mediums durch Autokorrelation der Meßdaten von in Fließrichtung aufeinander folgenden Hohlraumresonatoren bestimmt wird. Durch Autokorrelationsverfahren, die im Prinzip bekannt sind, wird beim erfindungsgemäßen Verfahren ein durch statistische Schwankungen erzeugtes Zufallsmuster im zeitlichen Verlauf der ermittelten Meßdaten an zwei aufeinander folgenden, um eine bestimmte Strecke voneinander entfernten Meßpunkten identifiziert. Aufgrund der zeitlichen Verschiebung läßt sich somit leicht die Fließgeschwindigkeit des Massen- bzw. Volumenflusses ermit-

teln.

Eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens läßt sich besonders vorteilhaft realisieren, indem sie Drucksensoren, Temperatursensoren, sowie mindestens drei in unterschiedliche Raumrichtung orientierte elektromagnetische Hohlräumresonatoren aufweist, wobei das Medium durch die Hohlräumresonatoren hindurchströmt, die jeweils mit paarweise einander zugeordneten, an Versorgungs- und Auswerteeinheiten anschließbaren, elektromagnetischen Sende- und Empfangselementen versehen sind. Als Druck- und Temperatursensoren lassen sich beispielsweise Halbleiter oder Piezoelektrische Sensoren verwenden. Diese liefern Meßwerte der erforderlichen, hohen Genauigkeit und sind einfach an Versorgungs- und Auswerteeinheiten anbindbar.

Die Hohlräumresonatoren werden vorzugsweise als Mikrowellen-Resonatoren ausgebildet. Diese lassen sich klein und robust ausführen, so daß die Konstruktion von handlichen und gegen mechanische Beanspruchungen unempfindlichen Meßvorrichtungen ermöglicht wird.

Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, daß mindestens ein Hohlräumresonator ein Zwei-Kammer-Resonator ist, der im wesentlichen aus einer zylindrischen inneren und einer ebenfalls zylindrischen äußeren Resonatorkammer gebildet wird, wobei durch die innere Kammer axial in Longitudinalrichtung eine rohrförmige Mediendurchführung aus dielektrischem Material verläuft, die innere Resonatorkammer von der äußeren Resonatorkammer konzentrisch umgeben ist und mit dieser in Verbindung steht, wobei in der Mantelfläche der äußeren Resonatorkammer paarweise einander zugeordnete Sende- und Empfangsantennen derart angeordnet sind, daß sie elektromagnetische Eigenschwingungen in Längsrichtung und in mindestens zwei unterschiedlichen Querrichtungen in der inneren Resonatorkammer anregen und empfangen. Diese Ausführungsform zeichnet sich durch einen besonders kompakten Aufbau aus und ist aufgrund der relativ einfachen mechanischen Konstruktion besonders wirtschaftlich produzierbar. Dabei besteht der gesamte Resonator im wesentlichen aus leitfähigem Material, beispielsweise Metall. Die leitenden Oberflächen der inneren und äußeren Resonatorkammern stehen leitend miteinander in Verbindung. Die durch die innere Resonatorkammer hindurchgeführte, rohrförmige Mediendurchführung besteht aus dielektrischem Material, wie z. B. Glas oder Kunststoff. In ihrem Querschnitt entspricht die Mediendurchführung vorzugsweise dem Durchmesser einer Rohrleitung, durch die ein zu messendes Medium fließt. Dadurch wird der freie Durchfluß des Mediums durch die Meßvorrichtung gewährleistet. Das dielektrische Material läßt sich so auswählen, daß es abrasiven und/oder korrosiven Medien problemlos standhält.

Die Durchtrittsöffnungen in dem Hohlräumresonator für die rohrförmige Mediendurchführung werden so angeordnet, daß die im Innern des Resonators erzeugten elektromagnetischen Eigenschwingungen nicht nach außen abgestrahlt werden.

Das durch die Mediendurchführung strömende Medium wird aufgrund der axialen, zentralen Anordnung in der inneren Resonatorkammer von den elektrischen Feldvektoren einer longitudinalen Eigenschwingung in Längsrichtung durchsetzt und entsprechend von den elektrischen Feldvektoren der quer ausgerichteten, transversalen Eigenschwingungen in unterschiedlichen

Radialrichtungen durchsetzt. Der koaxiale Zwei-Kammer-Resonator läßt sich besonders genau abstimmen, wodurch sich die Bestimmung der longitudinalen und transversalen Eigenfrequenzen sowie deren Q-Faktor einfach durchführen läßt. Ein zuverlässiger Dauerbetrieb ist dadurch sichergestellt, daß die Sende- und Empfangsantennen in der äußeren Resonatorkammer angebracht sind und keinem Verschleiß durch das vorbeiströmende Medium unterliegen.

10 Zur Messung der Fließgeschwindigkeit des Mediums ist es zweckmäßig, daß mindestens zwei Zwei-Kammer-Resonatoren in Fließrichtung des Mediums hintereinander angeordnet sind. Durch Autokorrelation der Meßdaten der beiden Resonatoren kann leicht auf die Volumen- bzw. Massengeschwindigkeit geschlossen werden.

15 Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen im einzelnen:

Fig. 1 Einen Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Zwei-Kammer-Resonator;

Fig. 2 Einen Querschnitt durch den Resonator gemäß Fig. 1.

In Fig. 1 ist der Hohlräumresonator als ganzes mit dem Bezugssymbol 1 versehen. Er besteht aus einem zylindrischen, rohrförmigen Gehäuse 2, welches an seinen Kopfenden geschlossen ist. Axial durch das Gehäuse 2 hindurch verläuft eine Rohrleitung 3, durch die Medium strömt. Im mittleren Abschnitt in dem Gehäuse 2 ist in die Rohrleitung 3 eine Mediendurchführung 4 eingefügt, die denselben Querschnitt wie die Rohrleitung 3 hat und gestrichelt eingezeichnet ist. An beiden Enden der Mediendurchführung 4 sind auf die Rohrleitung 3 ringförmige Scheiben 5a und 5b aufgesetzt, die in axialer Richtung die Begrenzungen der inneren Resonatorkammer bilden. Radial nach außen ist diese innere Resonatorkammer durch die Mantelwandung des Gehäuses 2 begrenzt.

Der Innenraum des Gehäuses 2 abzüglich der Rohrleitung 3 sowie des Bereiches der inneren Resonatorkammer bildet die äußere Resonatorkammer. Folglich umgibt sie die innere Resonatorkammer und steht über die radialen Spalte zwischen den ringförmigen Scheiben 5a und 5b und dem Gehäuse 2 mit dieser in Verbindung.

In der Mantelwandung des Gehäuses 2 ist ein Paar von in Längsrichtung abstrahlenden Longitudinal-Antennen 6a und 6b angebracht. Dabei ist 6a eine Sendeantenne für Mikrowellen und die Antenne 6b eine Empfangsantenne für Mikrowellen. Beide sind im Prinzip gleichartig aufgebaut.

50 Mit den Bezugssymbolen 7a und 7b ist ein Paar von radial ausgerichteten, in dem Gehäuse 2 im Bereich der Mediendurchführung 4 gegenüberliegend angeordneten Transversal-Antennen bezeichnet. 7a ist eine Sendeantenne, 7b die ihr zugeordnete Empfangsantenne.

55 In gleicher Weise wie die Transversal-Antennen 7a und 7b ist in dem Gehäuse 2 ein weiteres Paar von Transversal-Antennen 8a und 8b angebracht, die gegenüber den Transversal-Antennen 7a und 7b auf dem Mantel des Gehäuses 2 um 90° versetzt angeordnet sind und deswegen in dieser Darstellung nur schematisch angedeutet sind.

60 Weiterhin ist an dem Gehäuse 2 im Bereich der Rohrleitung 3 ein Temperatursensor 9 sowie ein Drucksensor 10 angebracht, die mit dem Innenraum der Rohrleitung 3 in Kontakt stehen.

65 Das Gehäuse 2 besteht einschließlich der Rohrleitung 3 und der ringförmigen Scheiben 5a und 5b aus Metall. Die Mediendurchführung 4 ist aus dielektrischem Mate-

rial gefertigt, beispielsweise Glas oder Kunststoff. Der Resonatorinnenraum, d. h. das innere des Gehäuses 2, ist gegen die Rohrleitung 3 bzw. die Mediendurchführung 4 dicht.

In Fig. 2 ist ein radialer Schnitt durch den Hohlraumresonator 1 gemäß Fig. 1 in Höhe der Transversal-Antennen 7a/b bzw. 8a/b dargestellt. Es finden dieselben Bezugssymbole wie in Fig. 1 Verwendung. In dieser Darstellung ist deutlich die paarweise Anordnung der Transversal-Antennen 7a und 7b sowie 8a und 8b erkennbar.

Die Longitudinal-Antennen 6a und 6b, die Transversal-Antennen 7a, 7b, 8a und 8b sowie der Drucksensor 10 und der Temperatursensor 9 sind an eine nicht dargestellte Auswerte- und Versorgungseinheit angeschlossen, die alle notwendigen Betriebsspannungen an die Sensoren und Antennen liefert und gleichzeitig die Auswertung der von diesen Sensoren bzw. Antennen gelieferten Signale ermöglicht.

Zum Betrieb der Vorrichtung gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren wird auf die Transversal-Sendeantennen 7a und 8a sowie auf die Longitudinal-Sendeantenne 6a ein Hochfrequenzsignal gegeben, dessen Frequenz so gewählt ist, daß sich in dem Gehäuse 2 jeweils zwischen den Antennenpaaren 6a und 6b, 7a und 7b sowie 8a und 8b stehende Wellen mit den entsprechenden longitudinalen und transversalen Eigenfrequenzen des Hohlraumresonators 1 ausbilden. Dabei verläuft der elektrische Feldvektor des von den Longitudinal-Antennen 6a und 6b erzeugten Eigenschwingungen im Bereich der inneren Resonatorkammer, d. h. auch innerhalb der Mediendurchführung 4 in Längsrichtung. Der elektrische Feldvektor der zwischen den Transversal-Antennen 7a und 7b sich ausbildenden stehenden Welle verläuft transversal durch den inneren Resonator und damit die Mediendurchführung 4. Der elektrische Feldvektor zwischen dem Transversal-Antennenpaar 8a und 8b verläuft ebenfalls durch die innere Resonatorkammer in Transversalrichtung senkrecht zum Feldvektor zwischen dem Antennenpaar 7a und 7b.

Zur Einhaltung der Resonanzbedingung, d. h. zur Einkoppelung der jeweiligen Eigenschwingungen wird die an die Sende-Antennen 6a, 7a und 8a gegebene Frequenz von der nicht dargestellten Versorgungseinheit so eingestellt, daß das von den Empfangsantennen 6b, 7b und 8b empfangene Signal minimal ist — wenn der Hohlraumresonator 1 ein $\lambda/2$ -Resonator ist — bzw. maximal, wenn der Hohlraumresonator 1 ein $\lambda/4$ -Resonator ist. Dabei wird gleichzeitig der Q-Faktor jeder Eigenfrequenz festgestellt. Mittels des Temperatursensors 9 und des Drucksensors 10 werden gleichzeitig der Druck und die Temperatur des durch die Rohrleitung 3 strömenden Mediums erfaßt.

Das durch die Mediendurchführung 4 strömende Medium wird sowohl von den in Längsrichtung liegenden elektrischen Feldvektor der Eigenschwingung zwischen den Longitudinal-Antennen 6a und 6b sowie den transversal senkrecht aufeinander stehenden elektrischen Feldvektoren der Eigenschwingungen zwischen den Transversal-Antennenpaaren 7a/b und 8a/b durchsetzt. Aus den Werten der drei solchermaßen ermittelten Eigenfrequenzen der Eigenschwingungen werden drei Werte für die zugeordneten Dielektrizitätskonstanten berechnet.

Nach der Eingabe der entsprechenden Kenngrößen eines Mediums ist aufgrund der in der vorbeschriebenen Weise aufgenommenen Meßdaten — drei Dielektrizitätskonstanten, Druck und Temperatur — die vollständi-

dige Darstellung aller physikalischen Strömungsparameter eines Drei-Phasigen, Drei-Komponentigen Mediums durchführbar.

Die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren mittels des dargestellten Hohlraumresonators 1 gewonnenen Meßdaten hinsichtlich der Beschaffenheit des Mediums zeichnen sich durch hohe Genauigkeit aus. Durch die Anbringung weiterer Antennenpaare ist eine Erweiterung der Meßvorrichtung auf nahezu beliebig viele Phasen und Komponenten denkbar.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Messung von physikalischen Strukturparametern eines mehrkomponentigen und/oder mehrphasigen strömenden Mediums, bei welchem das Medium elektromagnetische Hohlraumresonatoren durchströmt, die Dielektrizitätskonstanten des Mediums in Fließrichtung und quer zur Fließrichtung aus longitudinalen und transversalen Eigenfrequenzen von Eigenschwingungen der Hohlraumresonatoren bestimmt werden und gleichzeitig Temperatur und Druck des Mediums gemessen werden, dadurch gekennzeichnet, daß die Eigenfrequenzen der Resonatoren in mindestens drei unterschiedlichen Raumrichtungen gemessen werden.

2. Verfahren, insbesondere nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei jeder Eigenfrequenzmessung gleichzeitig die Resonanzfrequenz und der Q-Faktor bei der Resonanzfrequenz gemessen werden.

3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Fließgeschwindigkeit des Mediums durch Autokorrelation der Meßdaten von in Fließrichtung aufeinanderfolgenden Hohlraumresonatoren bestimmt wird.

4. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung Drucksensoren (10), Temperatursensoren (9), sowie mindestens drei in unterschiedliche Raumrichtungen orientierte elektromagnetische Hohlraumresonatoren (1) aufweist, wobei das Medium durch die Hohlraumresonatoren (1) hindurchströmt, die jeweils mit paarweise einander zugeordneten, an Versorgungs- und Auswerteinheiten anschließbaren, elektromagnetischen Sende- und Empfangselementen (6a/b, 7a/b, 8a/b) versehen sind.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Hohlraumresonator (1) ein Zwei-Kammer-Resonator (1) ist, der im wesentlichen aus einer zylindrischen inneren und einer ebenfalls zylindrischen äußeren Resonatorkammer gebildet wird, wobei durch die innere Kammer axial in Longitudinalrichtung eine rohrförmige Mediendurchführung (4) aus dielektrischem Material verläuft, die innere Resonatorkammer von der äußeren Resonatorkammer konzentrisch umgeben ist und mit dieser in Verbindung steht, wobei in der Mantelfläche der äußeren Resonatorkammer paarweise einander zugeordnete Sende- und Empfangsantennen (6a/b, 7a/b, 8a/b) derart angeordnet sind, daß sie elektromagnetische Eigenschwingungen in Längsrichtung und in mindestens zwei unterschiedlichen Querrichtungen in der inneren Resonatorkammer anregen und empfangen.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekenn-

zeichnet, daß mindestens zwei Zwei-Kammer-Resonatoren (1) in Fließrichtung des Mediums hintereinander angeordnet sind.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 1

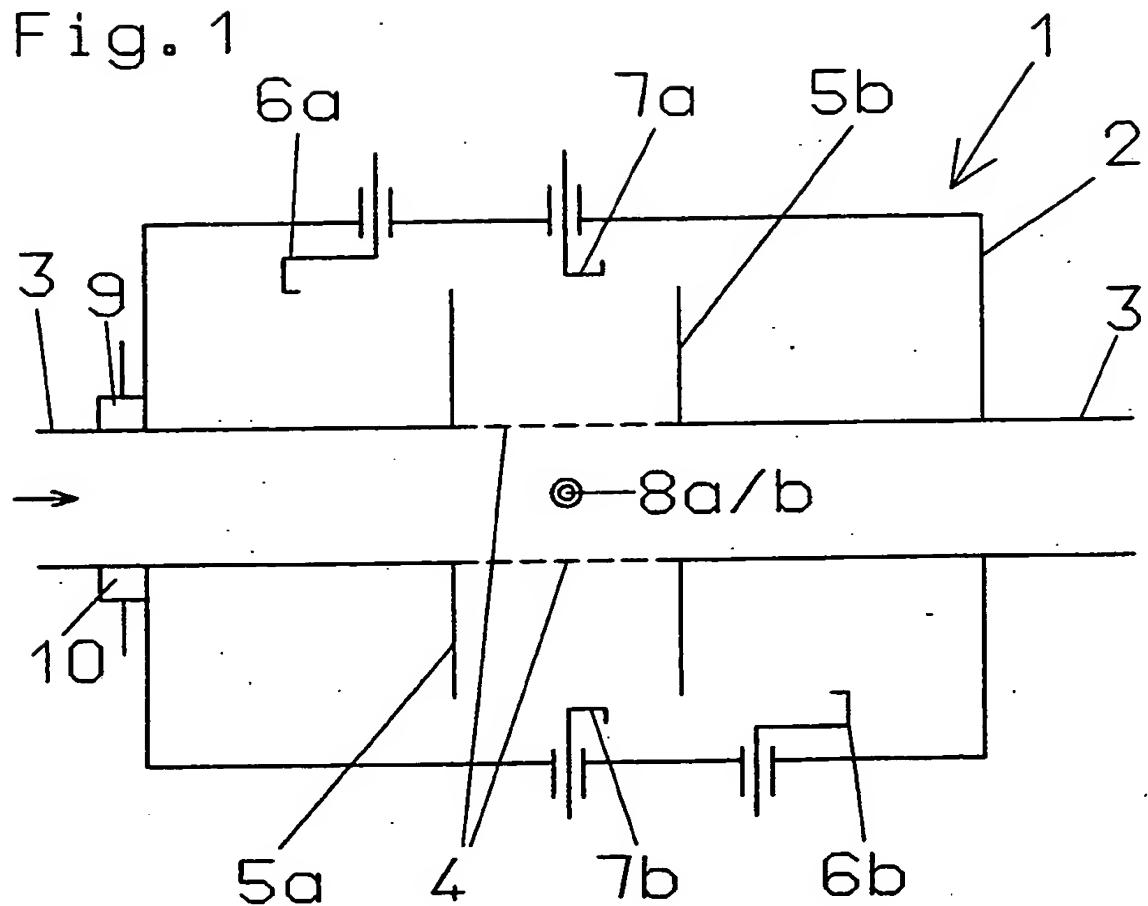


Fig. 2

